

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-215000

(43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
H01L 21/205
H01L 27/12

(21)Application number : 09-033178

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD
AKASAKI ISAMU
AMANO HIROSHI

(22)Date of filing : 30.01.1997

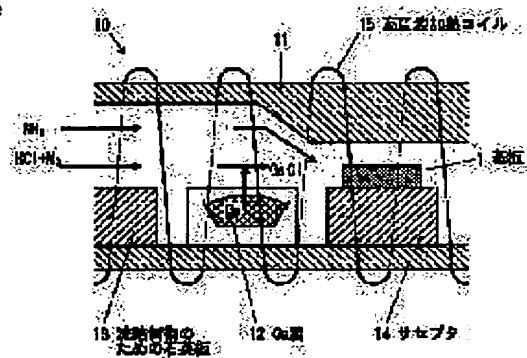
(72)Inventor : KOIDE NORIKATSU
KOIKE MASAYOSHI
AKASAKI ISAMU
AMANO HIROSHI

(54) CRYSTAL GROWTH METHOD FOR GALLIUM NITRIDE-BASED COMPOUND SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a good-quality gallium nitride-based compound semiconductor layer on a sapphire substrate by a halide vapor growth method.

SOLUTION: A sapphire substrate 1 is cleaned and dried so as to be placed on a susceptor 14 which is installed inside a quartz tube 11 at a halide vapor growth apparatus 10. Then, a substrate temperature is set at 600°C, NH₃ as an N₂ source is supplied at 400 to 800cc/min, HCl which is used to generate GaCl as a Ga source is supplied at 5 to 2cc/min, and N₂ as a carrier gas is supplied at 2l/min. Thereby, GaCl as the reaction product of HCl with Ga placed on a Ga reservoir 12 is obtained so as to be supplied for 30 minutes, and an amorphous buffer layer composed of GaN or a buffer layer having a crystal structure in which an amorphous substance and a fine crystal exist so as to be mixed is grown on the substrate 1 to be a film thickness of about 0.2μm. In succession, the substrate temperature is set at 1,100°C, the above respective gases are supplied for 30 minutes under the same condition as in the formation of the buffer layer, and a GaN layer which is flat and whose crystallinity is good is grown to be a film thickness of about 2μm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the approach of carrying out vapor growth of the gallium nitride system compound semiconductor by the vapor growth using the gas containing a halogenide and the hydride of nitrogen on silicon on sapphire. the temperature of said substrate -- less than 800 degrees C -- said substrate top -- gallium nitride system compound ($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)) The 1st semi-conductor layer of the amorphous structure which changes is grown up. from -- The temperature of said substrate 800-1200 degrees C -- said 1st semi-conductor layer top -- gallium nitride system compound ($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)) from -- the crystal growth approach of the gallium nitride system compound semiconductor characterized by growing up the 2nd semi-conductor layer of the single crystal structure which changes

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention -- gallium nitride system compound semiconductor ($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)) to a silicon-on-sapphire top the vapor growth (for example, halide vapor growth) using especially a halogenide and the hydride of nitrogen about the crystal growth approach -- it is related with what is depended on law.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as the growth approach of the gallium nitride system compound semiconductor layer to a silicon-on-sapphire top, there are organometallic compound vapor growth (it is described as "MOVPE" below), halide vapor growth (it is described as "HVPE" below), etc., for example. It is aluminum nitride (AlN) on silicon on sapphire as indicated by JP,2-229476,A by the approach by MOVPE, for example. It forms in 100-500Å thickness at the growth temperature of 400-900 degrees C, and is this AlN. It is considering as the configuration into which GaN of n mold is grown up on a layer. Moreover, by the approach by HVPE, it is considering as the configuration into which a GaN layer is grown up at the growth temperature of 800-1000 degrees C on silicon on sapphire, and a GaN layer is grown up at the growth temperature which exceeds 1000 degrees C on the GaN layer as indicated by the Provisional-Publication-No. 52-No. 23600 official report, for example.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the good vapor growth film is obtained by the approach by MOVPE, since the rate of crystal growth is as small as number $\mu\text{m}/\text{h}$, production time becomes long. Moreover, since the organic metal gas to be used is expensive, there is a problem that a manufacturing cost increases. On the other hand, although the rate of crystal growth is large and can use cheap gas by the approach by HVPE, there is a problem that the good growth film of equivalent extent is not obtained as compared with MOVPE.

[0004] Therefore, the purpose of this invention is aiming at reduction of a manufacturing cost in view of the above-mentioned technical problem, while shortening production time, and carrying out vapor growth of the good gallium nitride system compound semiconductor layer on silicon on sapphire.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, a means according to claim 1 is employable. according to this means -- HVPE -- substrate temperature -- less than 800 degrees C -- a silicon-on-sapphire top -- gallium nitride system compound ($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)) from -- the 1st semi-conductor layer which changes is grown up. making it grow up at less than 800 degrees C, although the 1st semi-conductor layer will be single-crystal-ized if it is grown up at the temperature exceeding 800 degrees C -- the crystal growth of amorphous structure -- it carries out. the 1st semi-conductor layer top -- the substrate temperature of 800-1200 degrees C -- gallium nitride system compound ($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)) from -- the 2nd semi-conductor layer which changes is grown up. By growing up the 2nd semi-conductor layer on the 1st [of amorphous structure] semi-conductor layer, single crystal growth in the longitudinal direction of the 2nd semi-conductor layer is promoted, a flat and uniform crystal front face is obtained, and the crystallinity of the 2nd semi-conductor layer can be raised. Moreover, by carrying out crystal growth by HVPE, while the bigger rate of crystal growth than MOVPE is obtained, since the gas used for crystal growth is cheap, a manufacturing cost can be reduced.

[0006]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained based on a concrete example. Drawing 1 is the typical sectional view having shown the configuration of the HVPE equipment 10 for carrying out this invention, and drawing 2 R> 2 is the typical sectional view of the component obtained by carrying out this invention. The susceptor 14 for HVPE equipment 10 to lay silicon on sapphire 1 in a quartz tube 11 is formed. In a quartz tube 11, it is nitrogen (N). The hydrogen chloride (HCl) for generating GaCl as the ammonia (NH₃) as material gas and material gas of a gallium (Ga) and the nitrogen (N₂) as carrier gas are supplied from the upstream (left-hand side in drawing). In the upstream of a susceptor 14, it is a hydrogen chloride (HCl). Ga ** 12 which has arranged Ga for reacting and generating GaCl is formed. Moreover, in the upstream of Ga ** 12, the quartz plate 13 for controlling the flow of each above-mentioned gas supplied to silicon on sapphire 1 in the suitable direction is arranged. The high-frequency-heating coil 15 for adjusting the temperature of the inside of a quartz tube 11 and silicon on sapphire 1 is wound around the peripheral face of a quartz tube 11.

[0007] Next, the formation approach of the gallium nitride system compound semiconductor layer to the silicon on sapphire 1 using this halide vapor growth equipment 10 is explained below. c-th page (0001) (field) After washing the silicon on sapphire 1 made into a principal plane, nitrogen (N₂) gas is sprayed and silicon on sapphire 1 is dried. Then, silicon on sapphire 1 is laid on the susceptor 14 in which it was prepared in the quartz tube 11 of HVPE equipment 10. and substrate temperature -- 600 degrees C -- carrying out -- N NH₃ as a source HCl for generating GaCl as a part for /, and a source of 400-800 ccGa 5-20 cc/a part -- N₂ as carrier gas -- 2liter(s)/It part-supplies. Thereby, it is HCl. GaCl is obtained as a resultant of Ga laid on Ga ** 12, and it is this GaCl and NH₃. N₂ is supplied for 30 minutes on silicon on sapphire 1. thus, a substrate 1 top -- GaN from - the buffer layer (1st semi-conductor layer) 2 which changes -- thickness 0.2 [about] It grows up into mum. GaN If vapor growth is carried out at the temperature exceeding 800 degrees C, it will single-crystal-ize, but if vapor growth is carried out at less than 800 degrees C, crystal growth will be changed into the amorphous shape of amorphous and the amorphous condition that the microcrystal was intermingled as it is amorphous. Since vapor growth of the buffer layer 2 is carried out at the substrate temperature of 600 degrees C in this example, the buffer layer 2 with the shape of amorphous and the crystal structure in which the microcrystal was intermingled as it is amorphous is obtained.

[0008] After formation of a buffer layer 2, and HCl Supply is suspended and substrate temperature is made into 1100 degrees C. It is HCl when substrate temperature became 1100 degrees C. Supply is started. The class and flow rate of the gas supplied at this time are the same as that of the time of formation of a buffer layer 2, and are supplied for 30 minutes. Thereby, the GaN layer (2nd semi-conductor layer) 3 of about 2 micrometers of thickness is formed on a buffer layer 2.

[0009] Thus, the buffer layer 2 which has the shape of amorphous [amorphous] or the crystal structure in which the microcrystal was intermingled as it is amorphous on silicon on sapphire 1 by HVPE is formed, and while a flat and uniform crystal front face is obtained by carrying out vapor growth of the GaN layer 3 on a buffer layer 2, the crystallinity of the GaN layer 3 can be raised. Drawing 3 is a surface photograph Fig. by the differential interference microscope of the GaN layer 3 obtained by this example, and drawing 4 is a surface photograph Fig. by the differential interference microscope when forming a GaN layer, without preparing a buffer layer. Although it became mosaic-like when a GaN layer was formed without preparing a buffer layer, as shown in drawing 4 R> 4, the GaN layer 3 with a flat and uniform crystal front face was obtained by considering as this example, as shown in drawing 3 .

[0010] Moreover, drawing 5 is the GaN layer 3 (002) obtained by this example. The X diffraction curve to reflection is shown. The X diffraction curve when growing up a GaN layer, without minding a buffer layer for a comparison was also shown. The half-value width when not minding a buffer layer from drawing 5 was about 2200 seconds. On the other hand, the half-value width of the X diffraction curve obtained by this example was about 700 seconds. The value of this half-value width is a value almost equivalent to the GaN film obtained by MOVPE. Thus, by having formed the buffer layer 2, half-value width was able to become small sharply and the crystallinity of the GaN layer 3 was able to be raised.

[0011] Although growth temperature of a buffer layer 2 was made into 600 degrees C in the above-mentioned example, since the GaN layer 3 which a buffer layer 2 single-crystal-izes and by which it is formed on a buffer layer 2 will carry out crystal growth to the shape of an island if the growth temperature of a buffer layer 2 exceeds 800 degrees C, the growth temperature of a buffer layer 2 should just be less than 800 degrees C from

which it does not become a single crystal but the shape of amorphous and the crystal structure in which the microcrystal was intermingled as it is amorphous are acquired. Moreover, although growth temperature of the GaN layer 3 was made into 1100 degrees C in the above-mentioned example, what is necessary is just the range of 1000-1150 degrees C more desirably that what is necessary is just the range of 800-1200 degrees C. Moreover, at the above-mentioned example, it is GaN about the presentation of a buffer layer 2 and a layer 3. Although carried out, layers 2 and 3 should just be presentations with which $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) is filled.

[0012] As shown above, according to this invention, by forming the buffer layer which consists of a gallium nitride system compound semiconductor at the growth temperature of less than 800 degrees C on silicon on sapphire by HVPE, and forming a gallium nitride system compound semiconductor layer at the growth temperature of 800-1200 degrees C on a buffer layer, a flat and uniform crystal front face is obtained and the good vapor growth film can be obtained.

[Translation done.]

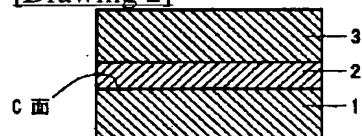
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

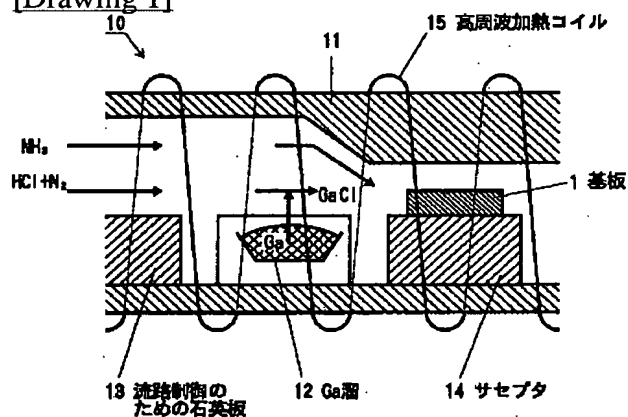
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

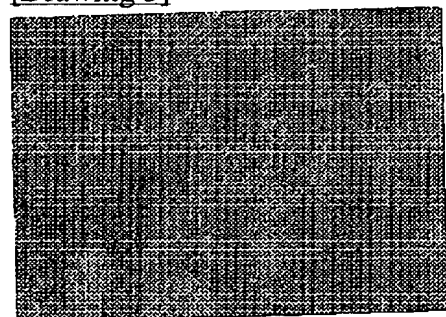
[Drawing 2]



[Drawing 1]

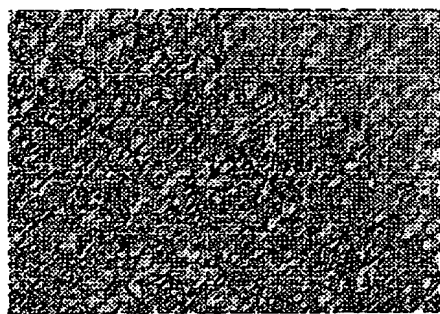


[Drawing 3]



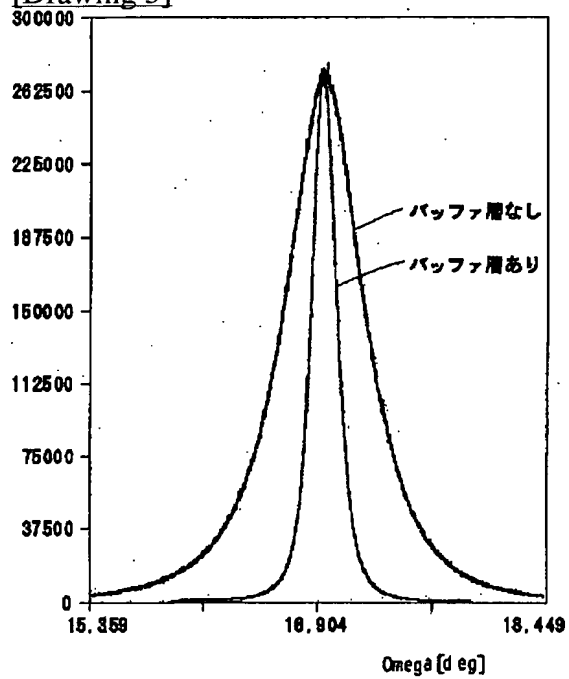
x40

[Drawing 4]



x20

[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-215000

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00
21/205
27/12H 0 1 L 33/00
21/205
27/12

C

S

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-33178

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月30日

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地

(71) 出願人 591014949

赤崎 勇

愛知県名古屋市西区浄心1丁目1番38-
805

(71) 出願人 591014950

天野 浩

愛知県名古屋市名東区山の手2丁目104
宝マンション山の手508号

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

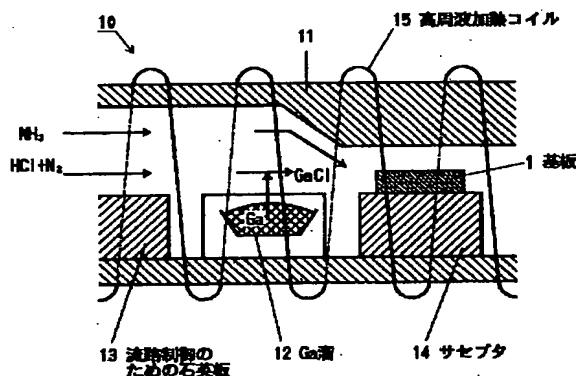
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体の結晶成長方法

(57) 【要約】

【課題】 ハライド気相成長法によりサファイア基板上に良質な窒化ガリウム系化合物半導体層を形成すること。

【解決手段】 サファイア基板1を洗浄し乾燥させ、ハライド気相成長装置10の石英管11内に設けられたサセプタ14上に載置する。次に基板温度を600℃にし、N₂源としてのNH₃を400～800cc/分、Ga源としてのGaClを生成するためのHClを5～20cc/分、キャリアガスとしてのN₂を2liter/分供給する。これにより、HClとGa溜12上に載置されたGaの反応生成物としてGaClが得られ、30分間の供給により基板1上にGa_Nから成るアモルファス状又はアモルファスと微結晶とが混在した結晶構造を有したバッファ層が膜厚約0.2μmに成長する。続いて基板温度を1100℃にし、バッファ層の形成時と同様の条件で上記各ガスを30分間供給することでGa_N層が平坦で均一に且つ良好な結晶性を有して膜厚約2μm成長する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板上に、ハロゲン化物と窒素の水素化物を含むガスを用いる気相成長法により窒化ガリウム系化合物半導体を気相成長する方法であって、前記基板の温度を800℃未満で前記基板上に窒化ガリウム系化合物($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$))から成る非晶質構造の第1の半導体層を成長させ、前記基板の温度を800～1200℃で前記第1の半導体層上に窒化ガリウム系化合物($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$))から成る単結晶構造の第2の半導体層を成長させることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体の結晶成長方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、サファイア基板上への窒化ガリウム系化合物半導体($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$))の結晶成長方法に関し、特にハロゲン化物と窒素の水素化物を用いた気相成長(例えば、ハライド気相成長)法によるものに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、サファイア基板上への窒化ガリウム系化合物半導体層の成長方法としては、例えば、有機金属化合物気相成長法(以下「MOVPE」と記す)やハライド気相成長法(以下「HVPE」と記す)などがある。MOVPEによる方法では、例えば特開平2-229476号公報に開示されているように、サファイア基板上に窒化アルミニウム(AIN)を成長温度400～900℃で100～500Åの膜厚に形成し、このAIN層上にn型のGaNを成長させる構成としている。又、HVPEによる方法では、例えば特開昭52-23600号公報に開示されているように、サファイア基板上に成長温度800～1000℃でGaN層を成長させ、そのGaN層上に1000℃を超える成長温度でGaN層を成長させる構成としている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、MOVPEによる方法では、良質な気相成長膜が得られるが、結晶成長速度が数 $\mu\text{m}/\text{h}$ と小さいので製造時間が長くなる。又、用いる有機金属ガスが高価であるので、製造コストがかさむという問題がある。一方、HVPEによる方法では、結晶成長速度が大きく、安価なガスを用いることができるが、MOVPEに比較して同等程度の良質な成長膜が得られていないという問題がある。

【0004】従って、本発明の目的は、上記課題に鑑み、製造時間を短縮すると共に製造コストの低減を図り、サファイア基板上に良質な窒化ガリウム系化合物半導体層を気相成長させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するた

10

20

30

40

50

めに、請求項1に記載の手段を採用することができる。この手段によると、HVPEにより基板温度を800℃未満でサファイア基板上に窒化ガリウム系化合物($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$))から成る第1の半導体層を成長させる。第1の半導体層は800℃を超える温度で成長させると単結晶化するが、800℃未満で成長させることにより非晶質構造の結晶成長する。その第1の半導体層上に基板温度800～1200℃で窒化ガリウム系化合物($\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_x\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$))から成る第2の半導体層を成長させる。非晶質構造の第1の半導体層上に第2の半導体層を成長させることにより、第2の半導体層の横方向への単結晶成長が促進され、平坦で均一な結晶表面が得られ、第2の半導体層の結晶性を高めることができる。又、HVPEにより結晶成長させることで、MOVPEより大きな結晶成長速度が得られると共に、結晶成長に用いるガスが安価であるので製造コストを低減できる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、本発明を実施するためのHVPE装置10の構成を示した模式的断面図であり、図2は、本発明を実施して得られた素子の模式的断面図である。HVPE装置10は、石英管11内にサファイア基板1を載置するためのサセプタ14が設けられている。石英管11内には窒素(N)の原料ガスとしてのアンモニア(NH_3)、ガリウム(Ga)の原料ガスとしてのGaClを生成するための塩化水素(HCl)、及びキャリアガスとしての窒素(N_2)が上流側(図中左側)より供給される。サセプタ14の上流には、塩化水素(HCl)と反応してGaClを生成するためのGaを配置したGa溜12が設けられている。又、Ga溜12の上流には、サファイア基板1に供給される上記各ガスの流れを適切な方向に制御するための石英板13が配置されている。石英管11の外周面には、石英管11内及びサファイア基板1の温度を調節するための高周波加熱コイル15が巻回されている。

【0007】次に、このハライド気相成長装置10を用いたサファイア基板1への窒化ガリウム系化合物半導体層の形成方法について以下に説明する。c面((0001)面)を主面とするサファイア基板1を洗浄した後、窒素(N_2)ガスを吹き付けてサファイア基板1を乾燥させる。この後、サファイア基板1をHVPE装置10の石英管11内に設けられたサセプタ14上に載置する。そして、基板温度を600℃にして、N源としての NH_3 を400～800cc/分、Ga源としてのGaClを生成するためのHClを5～20cc/分、キャリアガスとしての N_2 を2liter/分供給する。これにより、HClとGa溜12上に載置されたGaの反応生成物としてGaClが得られ、このGaClと NH_3 と N_2 とがサファイア基板1上に30分間供給される。このようにして、基板1上にGaNから成るバッファ層(第1の半導体層)2が膜厚約0.2 μm に成長する。GaNは、

800℃を超える温度で気相成長されると単結晶化するが、800℃未満で気相成長されると非晶質であるアモルファス状又はアモルファスと微結晶とが混在した状態に結晶成長する。本実施例では基板温度600℃でバッファ層2を気相成長させているので、アモルファス状又はアモルファスと微結晶とが混在した結晶構造を有したバッファ層2が得られる。

【0008】バッファ層2の形成の後、HClの供給を停止し、基板温度を1100℃にする。基板温度が1100℃になった時点で、HClの供給を開始する。このとき供給するガスの種類とその流量はバッファ層2の形成時と同様であり、30分間供給する。これにより、バッファ層2上に膜厚約2μmのGaN層(第2の半導体層)3が形成される。

【0009】このようにHVPEによりサファイア基板1上に非晶質であるアモルファス状又はアモルファスと微結晶とが混在した結晶構造を有するバッファ層2を形成し、バッファ層2上にGaN層3を気相成長させることで平坦で均一な結晶表面が得られると共に、GaN層3の結晶性を高めることができる。図3は、本実施例で得られたGaN層3の微分干渉顕微鏡による表面写真図であり、図4は、バッファ層を設けずにGaN層を形成したときの微分干渉顕微鏡による表面写真図である。図4に示されるようにバッファ層を設けずにGaN層を形成した場合には、モザイク状となるが、図3に示されるように本実施例とすることで平坦で均一な結晶表面を有したGaN層3が得られた。

【0010】又、図5は、本実施例で得られたGaN層3の(002)反射に対するX線回折曲線を示したものである。比較のためバッファ層を介さずにGaN層を成長させたときのX線回折曲線も示した。図5よりバッファ層を介さない場合の半値幅は約2200秒であった。一方、本実施例で得られたX線回折曲線の半値幅は約700秒であった。この半値幅の値はMOVPEにより得られたGaN膜とほぼ同等の値である。このようにバッファ層2を設けたことで、大幅に半値幅が小さくなり、GaN層3の結晶性を向上させることができた。

【0011】上記実施例ではバッファ層2の成長温度を600℃としたが、バッファ層2の成長温度が800℃

を超えるとバッファ層2が単結晶化し、バッファ層2上に形成されるGaN層3が島状に結晶成長するので、バッファ層2の成長温度は単結晶にはならずアモルファス状又はアモルファスと微結晶とが混在した結晶構造が得られる800℃未満であればよい。又、上記実施例ではGaN層3の成長温度を1100℃としたが、800～1200℃の範囲であればよく、より望ましくは1000～1150℃の範囲であればよい。又、上記実施例ではバッファ層2及び層3の組成をGaNとしたが、層2及び3は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_z\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)を満たす組成であればよい。

【0012】上記に示されるように、本発明によれば、HVPEによりサファイア基板上に成長温度800℃未満で窒化ガリウム系化合物半導体から成るバッファ層を形成し、バッファ層上に成長温度800～1200℃で窒化ガリウム系化合物半導体層を形成することにより、平坦で均一な結晶表面が得られ、良質な気相成長膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】本発明の具体的な実施例で用いられた装置構成を示した模式図。

【図2】本発明の具体的な実施例で形成された素子の断面構成を示した模式図。

【図3】本発明の具体的な実施例で得られた素子の微分干渉顕微鏡による表面写真図。

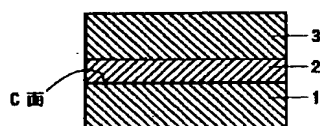
【図4】サファイア基板上にバッファ層を設けずにGaN層を形成したときの微分干渉顕微鏡による表面写真図。

30 【図5】本発明の具体的な実施例で得られた素子の特性を示した特性図。

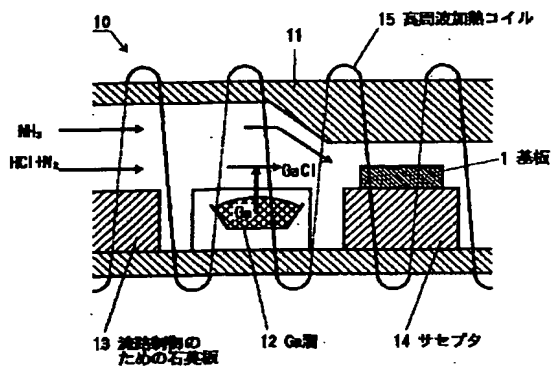
【符号の説明】

- | | |
|----|------------|
| 1 | サファイア基板 |
| 2 | バッファ層 |
| 3 | GaN層 |
| 10 | ハライド気相成長装置 |
| 11 | 石英管 |
| 12 | Ga溜 |
| 14 | サセアタ |
| 15 | 高周波加熱コイル |

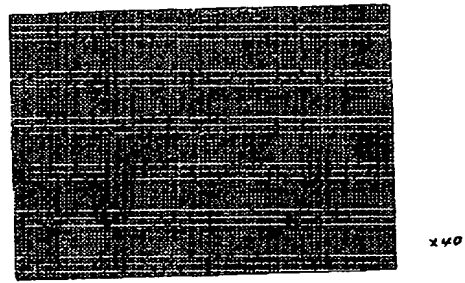
【図2】



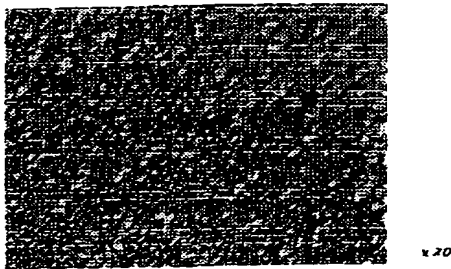
【図1】



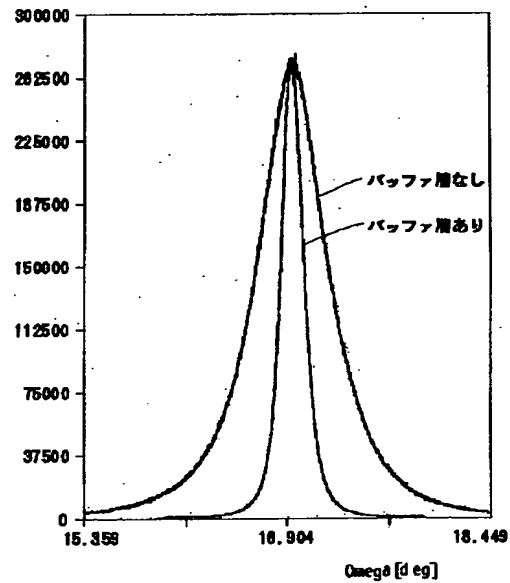
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小出 典克
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内
(72)発明者 小池 正好
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 赤崎 勇
愛知県名古屋市西区浄心1丁目1番38-
805
(72)発明者 天野 浩
愛知県名古屋市名東区山の手2丁目104
宝マンション山の手508号

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.